

Control mechanism and method for reciprocating compressor

Publication number: CN1400389

Publication date: 2003-03-05

Inventor: JAE-WOO RYU (KR); MOON-GYO HWANG (KR); MI-UNG LEE (KR)

Applicant: LG ELECTRONICS INC (KR)

Classification:

- International: **F04B49/06; F04B35/04; H02P27/04; F04B49/06; F04B35/00; H02P27/04; (IPC1-7): F04B49/06**

- European: F04B35/04S

Application number: CN20021022151 20020531

Priority number(s): KR20010046573 20010801; KR20010046575 20010801

Also published as:

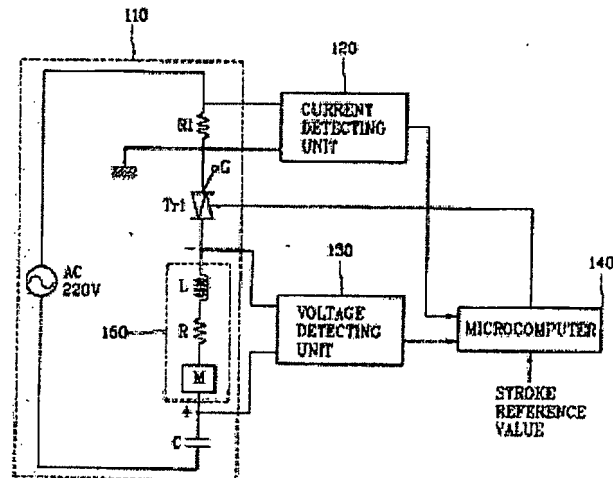
US6685438 (B2)
US2003026703 (A1)
JP2003074477 (A)
DE10225007 (A1)
CN1196862C (C)

Report a data error here

Abstract not available for CN1400389

Abstract of corresponding document: **US2003026703**

In an operation control apparatus of a compressor, a current, a voltage and a TDC, etc. applied to a compressor are detected, a speed and a TDC are constantly controlled so as to place an operation point of the compressor within a high efficiency operation region by using a phase difference between each detected values (for example, a phase difference between the current and the voltage), and an operation frequency is varied according to a load variation, accordingly an operation efficiency of the compressor can be improved



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

F04B 49/06



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02122151.0

[43] 公开日 2003 年 3 月 5 日

[11] 公开号 CN 1400389A

[22] 申请日 2002.5.31 [21] 申请号 02122151.0

[30] 优先权

[32] 2001. 8. 1 [33] KR [31] 46573/2001

[32] 2001. 8. 1 [33] KR [31] 46575/2001

[71] 申请人 LG 电子株式会社

地址 韩国汉城

[72] 发明人 刘戟有 黄敦圭 李微雄

[74] 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限责
任公司

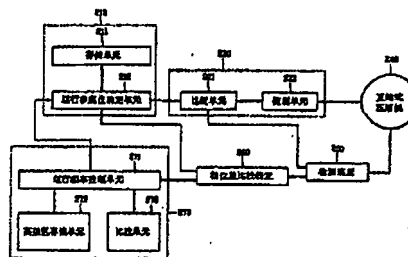
代理人 顾红霞 朱登河

权利要求书 6 页 说明书 12 页 附图 9 页

[54] 发明名称 控制往复式压缩机运行的设备与方法

[57] 摘要

一种控制压缩机运行的设备, 检测施加给压缩机的电流、电压和 TDC 等, 恒定地控制速度和 TDC, 以便利用每个检测值之间的相位差(例如, 电流和电压之间的相位差)把压缩机的工作点放在高效运行区内, 并根据负荷变化改变工作频率, 从而能够提高压缩机的运行效率。



ISSN 1008-4274

1. 一种控制压缩机运行的设备, 包括:
检测装置, 用于检测施加给压缩机的电流和压缩机的活塞速度;
5 相位差比较装置, 用于比较电流和速度之间的相位, 并输出相位差;
工作频率确定装置, 根据相位差, 按一定的频率单位来升高/降低参照工作频率, 以便把某一时刻的频率确定为工作频率;
速度参照值确定装置, 用于根据工作频率确定装置输出的工作频率, 来确定速度参照值; 和
10 控制装置, 用于将检测装置检测到的速度与速度参照值比较, 根据比较结果向压缩机施加控制信号, 并根据工作频率确定装置所确定的工作频率来改变压缩机的工作频率。
2. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于, 所述的工作频率确定装置包括:
高效区存储单元, 用于存储压缩机可在其中进行稳定运行的高效运行区;
比较单元, 用于比较检测装置检测的相位差与高效工作区相位差, 以便查看是否相位差落在高效运行区; 和
20 工作频率确定单元, 用于根据比较结果来增加/减小从参照工作频率得来的工作频率, 并将该工作频率设为新的工作频率。
3. 如权利要求 2 所述的设备, 其特征在于, 当相位差大于高效运行区的上限时, 所述的工作频率确定单元增加工作频率。
25
4. 如权利要求 2 所述的设备, 其特征在于, 当相位差小于高效运行区的上限时, 所述的工作频率确定单元减小工作频率。
5. 如权利要求 1 所述的设备, 其特征在于, 所述的速度参照值
30

确定装置包括：

存储单元，用来存储每个频率的速度参照值；和

速度参照值确定单元，用于根据工作频率确定装置施加的工作频率来确定速度参照值。

5

6. 如权利要求 1 所述的设备，其特征在于，所述的控制装置包括：

比较单元，用于比较从运行参照值确定装置施加的运行参照值和从检测装置检测的结果值；

10

输入电压改变装置，用于根据比较结果改变施加给压缩机的电压；和

工作频率改变装置，用于根据工作频率确定装置施加的工作频率来改变压缩机的工作频率。

15

7. 一种控制压缩机运行的设备，包括：

检测装置，用于通过压缩机的内部传感器来检测施加给压缩机的电流和电压以及上止点（TDC）；

相位差比较装置，用于比较电流和速度之间的相位，并输出相位差；

20

工作频率确定装置，根据相位差，按一定的频率单位来升高/降低参照工作频率，以便把某一时刻的频率确定为工作频率；

TDC 参照值确定装置，用于根据工作频率确定装置输出的工作频率，来确定 TDC 参照值；和

25

控制装置，用于比较 TDC 参照值与检测装置检测的 TDC，根据比较结果向压缩机施加控制信号，并根据工作频率确定装置所确定的工作频率来改变压缩机的工作频率。

8. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于，所述的工作频率确定装置包括：

30

高效区存储单元，用于存储压缩机可在其中进行稳定运行的高效

运行区；

比较单元，用于比较检测装置检测的相位差与高效相位差区域，以便查看是否相位差落在高效运行区；和

5 工作频率确定单元，用于根据比较结果来增加/减小从参照工作频率得来的工作频率，并将该工作频率设为新的工作频率。

9. 如权利要求 8 所述的设备，其特征在于，当相位差大于高效运行区的上限时，所述的工作频率确定单元增大工作频率。

10 10. 如权利要求 8 所述的设备，其特征在于，当相位差小于高效运行区的下限时，所述的工作频率确定单元减小工作频率。

11. 如权利要求 11 所述的设备，其特征在于，所述的速度参照值确定装置包括：

15 存储单元，用于利用每个频率来存储 TDC 参照值；和

TDC 参照值确定单元，用于根据工作频率确定装置施加的工作频率来确定 TDC 参照值。

20 12. 如权利要求 7 所述的设备，其特征在于，所述的控制装置包括：

比较单元，用于比较从 TDC 参照值确定装置施加的 TDC 参照值和从检测装置检测的结果值；

输入电压改变装置，用于根据比较结果改变施加给压缩机的电压；和

25 工作频率改变装置，用于根据工作频率确定装置施加的工作频率来改变压缩机的工作频率。

13. 一种控制压缩机运行的方法，包括：

以参照频率运行压缩机；

30 利用压缩机的活塞速度与施加给压缩机的电流之间的相位差计算

出拐点之后，把拐点的速度确定为速度参照值；

按照速度参照值运行压缩机；和

当发生负荷变化时改变压缩机的工作频率，并根据改变的工作频率改变速度参照值。

5

14. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的速度参照值确定步骤包括下列子步骤：

增加速度参照值；

10 比较压缩机活塞速度的相位与施加给压缩机的电流的相位，并计算相位差；和

当比较结果中的相位差曲线出现拐点时，确定拐点处的压缩机活塞速度。

15 15. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的压缩机运行步骤包括下列子步骤：

检测压缩机活塞速度；

将上述速度与速度参照值进行比较；和

当速度参照值大于比较结果内的速度时，提高施加给压缩机的电压。

20

16. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的压缩机运行步骤进一步包括下述子步骤：当速度参照值小于比较结果内的速度时，减小施加给压缩机的电压。

25 17. 如权利要求 13 所述的方法，其特征在于，所述的工作频率改变步骤包括下列子步骤：

比较是否压缩机的工作点位于高效运行区内，并根据比较结果改变工作频率；和

根据改变的工作频率来改变速度参照值。

30

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 所述的工作频率改变步骤进一步包括子步骤: 检测速度和电流之间的相位差高效区, 并存储之。

5 19. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 判断是否速度和电流之间的相位差小于/大于所述工作频率改变步骤内的某一定值, 当相位差小于该定值时, 工作频率增加, 当相位差大于该定值时, 工作频率减小。

10 20. 如权利要求 19 所述的方法, 其特征在于, 设定所述的定值, 以便容易地检测压缩机活塞速度与施加给压缩机的电流之间的相位差拐点。

15 21. 一种控制压缩机运行的方法, 包括:
以参照频率运行压缩机;
利用电力电压与电流之间的相位差计算出拐点之后, 把拐点的 TDC 确定为 TDC 参照值;
按照 TDC 参照值运行压缩机; 和
当发生负荷变化时改变压缩机的工作频率, 并根据改变的工作频率改变 TDC 参照值。
20

22. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 所述的 TDC 参照值确定步骤包括下列子步骤:
增加 TDC 参照值;
25 比较电力电压的相位和电流的相位; 和
当比较结果中的相位差曲线出现拐点时, 确定拐点处的压缩机活塞速度。

23. 如权利要求 21 所述的方法, 其特征在于, 所述的压缩机运行步骤包括下列子步骤:
30

检测压缩机活塞的 TDC;

将上述 TDC 与 TDC 参照值进行比较; 和

当 TDC 参照值大于比较结果内的 TDC 时, 提高施加给压缩机的电压。

5

24. 如权利要求 23 所述的方法, 其特征在于, 所述的压缩机运行步骤进一步包括下述子步骤: 当 TDC 参照值小于比较结果内的 TDC 时, 减小施加给压缩机的输入电压。

10

25. 如权利要求 24 所述的方法, 其特征在于, 所述的工作频率改变步骤包括下列子步骤:

比较是否压缩机的工作点位于高效运行区内, 并根据比较结果改变工作频率; 和

根据改变的工作频率来改变 TDC 参照值。

15

26. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 所述的工作频率改变步骤进一步包括子步骤: 检测电力电压和电流之间的相位差的高效区, 并存储之。

20

27. 如权利要求 25 所述的方法, 其特征在于, 判断电力电压和电流之间的相位差是否小于/大于所述工作频率改变步骤内的某一定值, 当相位差小于该定值时, 工作频率增加, 当相位差大于该定值时, 工作频率减小。

25

28. 如权利要求 27 所述的方法, 其特征在于, 设定所述的定值, 以便容易地检测压缩机活塞速度与施加给压缩机的电流之间的相位差拐点。

控制往复式压缩机运行的设备与方法

5 技术领域

本发明涉及一种控制往复式压缩机运行的设备与方法，并特别涉及一种能够通过改变工作频率来提高压缩机运行效率的控制往复式压缩机运行的设备与方法。

10 背景技术

普通的往复式压缩机（下面，用压缩机来指代）通过依次向定子线圈提供正弦波电压或方波脉冲电压并向动子重复施加一定的线性行程来实现动子的往复运动。更详细地，当连续电流流到定子线圈时，定子的铁芯被磁化并变成电磁体。然后，由铁芯制成并用轴承支撑出气隙的动子被磁化，并受吸引力作用而移动。接下来，当改变定子的电流方向时，作用于动子的吸引力运行方向也改变，动子则向相反的方向运动。如上所述，如果定子的励磁电流方向依次持续改变，动子就不断地进行往复式运动。

20 图 1 是普通用于控制压缩机运行的设备的结构方框图。如图 1 所示，这种普通的设备包括：直线压缩机 150，利用根据行程参照值向压缩机施加的电压来上下运动活塞，从而调整冷冻能力；电压检测单元 130，根据行程的加大来检测施加给压缩机 150 的电压；电流检测单元 120，根据行程的加大来检测施加给压缩机 150 的电流；微电脑 140，利用检测的电压和电流来计算行程，将计算的行程与行程参照值进行比较，并根据比较结果输出控制信号；电路单元 110，根据微电脑 140 的控制信号间歇流到双向晶闸管的交流电，并向压缩机 150 施以电流。

30 在压缩机 150 中，因为按照使用者设定的行程参照值所施加的电

压，活塞上下运动，所以能够改变行程，因而可以调节冷冻能力。

5 根据微电脑 140 的控制信号，通过延长电路单元 110 的双向晶闸管的导通周期，能够加大行程。这里，电压检测单元 130 和电流检测单元 120 分别检测施加给压缩机 150 的电压和电流，并将检测后的结果提供给微电脑 140。

10 然后，微电脑 140 使用电压和电流来计算行程，将计算的行程与行程参照值相比较，并根据比较结果输出控制信号。更详细地，当计算的行程小于行程参照值时，微电脑 140 通过输出控制信号延长双向晶闸管的导通周期，提高施加给压缩机 150 的电压。当计算的行程大于行程参照值时，微电脑 140 通过输出控制信号缩短双向晶闸管的导通周期，降低施加给压缩机 150 的电压。

15 然而，由于根据传统技术的往复式压缩机的控制设备的机械运动特征具有严重的非线性，不考虑非线性就不能用线性控制方法来精确恰当地实现往复式压缩机的运行。

20 通过统一控制电流和行程之间的相位差能够提高压缩机的运行效率，然而当压缩机不断运行时，由于环境改变引起的负荷变化可能会降低其运行效率。

发明概述

25 因此，本发明的一个目的是，通过恒定地控制运行速度，从而利用活塞速度和电流之间的相位差并随负荷变化来改变工作频率，以便把压缩机的工作点置于高效运行区内，来改进压缩机的运行效率。

30 另外，本发明的另一目的是，通过恒定地控制上止点（TDC），以便利用活塞速度和电流之间的相位差并随负荷变化来改变工作频率，从而把压缩机的工作点置于高效运行区内，来改进压缩机的运行

效率。

为实现上述目的，一种控制压缩机运行的设备包括：检测装置，用于检测与压缩机运行效率相关的各种因素；相位差比较装置，用于比较各因素彼此之间的相位，并根据比较结果输出相位差；工作频率确定装置，根据相位差，按一定的频率单位来升高/降低参照工作频率，以便把某一时刻的频率确定为工作频率；运行参照值确定装置，用于按照工作频率确定装置输出的工作频率，来确定运行参照值；控制装置，用于比较运行参照值与检测装置检测的因素，根据比较结果向压缩机施加控制信号，并根据工作频率确定装置所确定的工作频率来改变压缩机的工作频率。

一种控制压缩机运行的方法包括：按照参照频率运行压缩机；利用压缩机的活塞速度与施加给压缩机的电流之间的相位差计算出拐点之后，把拐点的速度确定为速度参照值；按照速度参照值运行压缩机，当发生负荷变化时改变压缩机的工作频率，根据改变的工作频率改变速度参照值。

一种控制压缩机运行的方法包括：按照参照频率运行压缩机；利用电压与电流之间的相位差计算出拐点之后，把拐点的上止点（TDC）确定为 TDC 参照值；按照 TDC 参照值运行压缩机；当发生负荷变化时改变压缩机的工作频率，根据改变的工作频率改变 TDC 参照值。

附图概述

下述附图用于进一步理解本发明，并入说明书中成为说明书的一部分，附图示出本发明的实施例并且和说明书一同用来解释本发明的原理。

图中：

图 1 是普通控制压缩机运行的设备的结构方框图；

图 2 是根据本发明的压缩机运行控制设备的方框图；

图 3 示出根据本发明的压缩机的高效运行区曲线图；

图 4 示出随负荷变化的机械共振频率的变化曲线图；

图 5A 示出随负荷增加的压缩机工作点的变化曲线图；

图 5B 示出随图 5A 中的工作频率增加，压缩机工作点的变化曲线图；

图 6 示出根据本发明压缩机运行控制设备的速度控制流程图；

图 7 示出根据本发明一个实施例的压缩机运行控制方法的流程图；

图 8 示出随负荷大小来升高/降低工作频率的曲线图；

图 9 示出根据本发明的压缩机运行控制设备的上止点（TDC）流程图；和

图 10 示出根据本发明另一实施例的压缩机运行控制方法的流程图。

发明内容

在根据本发明的压缩机运行控制设备及其方法中，通过检测装置或活塞速度或上止点（TDC）来分别检测施加给压缩机的电流或电压，检测的电流或电压与从运行参照值确定电压输出的运行参照值进行比较，并根据比较结果控制施加给压缩机的输入电压。另外，通过相位差比较装置检测作为 TDC=0（相位差拐点）的点，利用运行参照值确定装置将该点的 TDC 或活塞速度（压缩机速度）设定为运行参照值。另外，压缩机内发生负荷变化时，利用工作频率确定装置确定工作频率以便在高效运行区内运行压缩机，并且把该工作频率施加给运行参照值确定装置。然后，运行参照值确定装置将该工作频率及与之相关的运行参照值施加给控制装置。控制装置根据运行参照值改变压缩机的工作频率并改变输入电压。因此，提高压缩机的运行效率。

下面，将参照附图详细描述根据本发明的控制压缩机运行的设备与方法。

图 2 是根据本发明的压缩机运行控制设备的方框图。如图 2 所示，一种压缩机运行控制设备包括：检测装置 250，分别检测施加给压缩机的电流/电压、活塞（压缩机）速度和上止点（TDC）；相位差比较装置 260，用于电流的相位与电压的相位，或比较活塞（压缩机）速度的相位与电流的相位；工作频率确定装置 270，通过按一定的频率单位增加/减小参照工作频率将某一时刻的频率确定为工作频率；运行参照值确定装置 210，根据从工作频率确定装置 270 输出的工作频率，确定活塞（压缩机）速度参照值或 TDC 参照值；控制装置 220，把工作频率确定装置 270 确定的工作频率施加给压缩机，将运行参照值确定装置 210 确定的速度参照值或 TDC 参照值与检测装置 250 检测的每一个值相比较，并根据比较结果施加控制信号。

工作频率确定装置 270 包括：工作频率确定单元 271，用于补偿与机械共振频率相应的工作频率，该机械共振频率随压缩机负荷变化而变化；高效区存储单元 272，通过实验确定可进行高效运行的高效相位差区域，并存储之；比较单元 273，用于确定相位差比较装置 260 的相位差是否落在高效相位差区域内。

运行参照值确定装置 210 包括：运行参照值确定单元 212，用于根据从工作频率确定单元 271 输出的工作频率来确定活塞（压缩机）速度、上止点（TDC）或行程参照值；和存储单元 211，利用每个通过实验确定的工作频率，来存储活塞（压缩机）速度、TDC 或行程。

另外，控制装置 220 包括：比较单元 221，用于比较从运行参照值确定装置 210 施加的运行参照值和从检测装置 250 检测的结果值；输入电压改变装置（未示出），用于根据比较结果改变施加给压缩机的电压；工作频率改变装置（未示出），用于根据从工作频率确定装置 270 施加的工作频率来改变压缩机的工作频率。

下面将描述根据本发明的压缩机运行控制设备的运行。

首先,检测装置 250 分别检测施加给压缩机 240 的电流/电压、
活塞(压缩机)速度和 TDC。然后,相位差比较装置 260 对活塞(压
缩机)速度的相位与施加给压缩机 240 的电流相位进行比较,并向工
作频率确定装置 270 施加差值。这里,相位差比较装置 260 除了比较
5 活塞(压缩机)速度的相位与施加给压缩机 240 的电流相位之外,还
比较电压(220V/60HZ, 220V/50HZ, 110V/60HZ, 110V/50HZ)的相位
与施加给压缩机 240 的相位。在参照相位差(即,在相位差比较装置
260 的比较结果中,相位差为高效区的参照值)内,施加给压缩机 240
10 的电压与电流之间的相位差为 0° 。

这里,当压缩机 240 机械共振时,在经实验确定的施加给压缩机
240 的电流与活塞(压缩机)速度的相位差之间或施加给压缩机 240
的电流与电压之间的相位差基础上,高效区存储单元 272 检测一个在
15 士 δ (某定值)范围内的区域,并预先存储之。这里,该定值通过实
验设定,以便于检测关于活塞(压缩机)速度与施加给压缩机的电流
之间相位差的拐点。

比较单元 273 收到从工作频率确定单元 271 输出的压缩机速度与
20 施加给压缩机 240 之间的相位差,查看是否该相位差落在高效运行区
内,并根据比较结果向工作频率确定单元 271 施加一控制信号。

当压缩机 240 的负荷变化时,工作频率确定单元 271 按一定的频
率单位来提高/减小参照工作频率,以将压缩机速度和施加给压缩机 240
25 的电流之间的相位差曲线放在高效区内。当相位差曲线放在高效区内
时,将该时刻的频率确定为工作频率,它被施加到运行参照值确定单
元 212。据此,运行参照值确定单元 212 接收从工作频率确定单元 271
输出的工作频率,并确定与其相应的运行参照值。另外,工作频率被
施加给控制装置 220。更详细地,通过实验在存储单元 211 中预先存
30 储了利用每个频率施加给压缩机 240 的活塞(压缩机)速度或 TDC,

通过计算与工作频率确定单元 270 输出的工作频率相应的活塞速度和 TDC 来确定运行参照值。

然后，控制装置 220 接收从参照值确定装置输出的参照值，将该参照值与当前的活塞（压缩机）速度或检测装置 250 内检测的 TDC 相比较，根据比较结果向压缩机 240 施加控制信号，来改变工作频率。因此，压缩机 240 按照改变的工作频率运行。

下面将参照附图更详细地描述压缩机运行控制设备的运行。

首先，将描述负荷变化与压缩机 240 的运行效率之间的关系。

图 3 示出根据本发明的压缩机 240 的高效运行区曲线图。如图 3 所示，在相位差比较装置 260 计算的 0° 相位差点（施加给压缩机 240 的电流和电压之间的相位差为 0° ），压缩机 240 的机械共振频率与工作频率相符合。这里，压缩机 240 的工作频率最大。

图 4 示出随负荷变化的机械共振频率的变化曲线图。如图 4 所示，如果活塞（压缩机）速度和 TDC 不变，当压缩机 240 的负荷增大时，压缩机 240 的工作点从“A”移到“B”。更详细地，机械共振频率加大。然而，当压缩机 240 的负荷减小时，压缩机 240 的工作点从“A”移到“C”。换言之，机械共振频率减小。如上所述，当机械共振频率随压缩机 240 的负荷变化而变化时，压缩机 240 能在其中有最大效率的运行区域也变化了。

图 5A 和图 5B 示出当工作频率随负荷增加而增加时，活塞（压缩机）速度和施加给压缩机的电流之间的相位差拐点的移动曲线图。如图 5A 和 5B 所示，尽管压缩机 240 在高效运行区内运行，当负荷加大时，压缩机 240 跑出高效运行区运行。这里，当工作频率稳定增加时，压缩机 240 又在高效运行区内运行了。

实施例 1

如图 6 和图 7 所示, 在压缩机 240 的运行控制设备中, 通过检测装置 250 检测压缩机 240 的速度, 将该检测速度与运行参照值确定单元 212 确定的速度参照值进行比较, 控制施加给压缩机 240 的电压, 以便补偿上述两者之间的差值。同时, 计算活塞 (压缩机) 速度与施加给压缩机 240 的电流之间的相位差, 在计算的差值的基础上速度参照值增大至相位差曲线上出现拐点, 以便找到压缩机 240 的具有最大运行效率的速度点, 所找到的速度点被确定为速度参照值。当确定速度参照值时, 压缩机 240 在该点继续运行。然而, 当压缩机 240 的负荷变化时, 压缩机 240 的机械共振频率也变化, 压缩机 240 的工作点跑出高效运行区。为了对此进行补偿, 工作频率随负荷变化而变化。因此, 工作点返回到高效运行区 (10~60 秒的周期)。

更详细地, 如图 6 所示, 在步骤 S601 和 S602 中, 当压缩机 240 的运行以参照频率开始时, 检测装置 250 检测活塞 (压缩机) 速度并将该速度施加到控制装置 220。然后, 如步骤 S603~605 所示, 控制装置 220 接收从运行参照值确定单元 212 施加的速度参照值, 将检测的压缩机速度与速度参照值进行比较, 如果检测速度大于速度参照值, 则输入电压减少, 如果检测速度小于速度参照值, 则输入电压增大, 以便把早期的设定工作点放在高效运行区中。这里, 压缩机 240 的高效运行区为从 $TDC=0$ (相位差为 90°) 的点分开 $\pm \delta$ (一定值) 的区域。

这里, 在相应于电压频率 (60HZ 电压, 每秒 60 次控制) 的速度控制压缩机 240, 当压缩机 240 运行时继续速度控制。

如图 7 所示, 运行参照值确定单元 212 提高速度参照值, 相位差比较装置 260 比较活塞 (压缩机) 速度与施加给压缩机 240 的电流之间的相位差。如果在相位差曲线中出现拐点, 则向运行参照值确定单

元 212 施加活塞（压缩机）的速度。然后，运行参照值确定单元 212 确定该速度为速度参照值，向控制装置 220 施加该速度，并以该速度通过控制方法不变地运行压缩机，如步骤 S701~S704 所示。

5 然而，由于环境变化导致出现压缩机 240 的负荷变化，因此机械共振频率增大或减小。然后，相位差比较装置 260 通过压缩机速度与施加给压缩机 240 的电流之间的相位差检测负荷的变化，并根据负荷变化向工作频率确定单元 271 施加相位差值，如步骤 S705 所示。这里，根据行程与施加给压缩机的电流之间的相位差是否落在一定的高效运行区内，或活塞（压缩机）速度与施加给压缩机的电流之间的相位差是否落在一定的高效运行区内，或施加给压缩机的电流与电压之间的相位差是否落在一定的高效运行区内，来检测负荷变化。

10

 然后，工作频率确定单元 271 通过相位差比较装置 260 确定补偿的工作频率，并将其施加给运行参照值确定单元 212。更详细地，如图 5A 和图 5B 所示，当相位差大于上限时，工作频率增加，当相位差小于下限时，工作频率减小，如步骤 S706~S708 所示。这里，通过实验来测定用于实现高效运行的高效运行区，并将该高效运行区预先存储在存储单元 211 内。并且，通过存储单元 211 把与变化的工作频率相应的频率确定为速度参照值，并将其施加给控制装置 220。然后，控制装置 220 按照速度参照值改变输入频率和输入电压，因此，压缩机 240 在高效运行区内继续运行，如步骤 S709 和 S710 所示。

15

20

 图 8 示出随负荷大小升高/降低工作频率的曲线图。如图 8 所示，当压缩机以不变的速度在当前工作点运行时，如果负荷的变化不大，因为压缩机速度与电流之间的相位差在高效运行区内，工作频率也不变。然而，由于负荷增大当工作点大于高效运行区时，工作频率就沿连续的线方向移动，由于负荷减小当工作点小于高效运行区时，工作频率就沿间断的线方向移动。

25

30

如图 8 所示, 当发生负荷变化, 改变工作频率以便把压缩机 240 的工作点放在高效运行区内, 因此能够提高压缩机 240 的运行效率。

实施例 2

5 图 9 示出根据本发明的压缩机运行控制设备的上止点 (TDC) 流程图。如图 9 所示, 检测装置 250 检测压缩机 240 活塞的上止点 (TDC)、施加给压缩机 240 的电流和电压, 比较检测的 TDC 和运行参照值确定单元 212 确定的 TDC 参照值, 根据比较结果控制施加给压缩机 240 的电压, 以便补偿上述差值。同时, 计算施加给压缩机 240 的电流和
10 电压之间的相位差, 在该相位差的基础上增大 TDC 参照值, 直至相位差曲线索上出现拐点, 并且把具有最大运行效率的 TDC 确定为 TDC 参照值。当确定 TDC 参照值时, 压缩机 240 继续在该点运行, 当发生压缩机 240 的负荷变化时, 改变了压缩机 240 的机械共振频率, 压缩机 240 的工作点跑出高效运行区, 为了对此进行补偿, 随负荷变化
15 来改变工作频率, 使工作点返回高效运行区。

更详细地, 如图 9 所示, 压缩机 240 以参照频率开始运行, 检测装置 250 检测 TDC 并将该 TDC 施加给控制装置 220, 如步骤 S901 和 S902 所示。然后, 控制装置 220 接收从运行参照值确定单元 272 施加的
20 TDC 参照值, 并将检测的 TDC 与 TDC 参照值进行比较。当检测的 TDC 大于 TDC 参照值时, 输入电压减少, 当检测的 TDC 小于 TDC 参照值时, 输入电压增大, 以便把早期的设定工作点置于高效运行区内, 如步骤 S903~905 所示。这里, 压缩机的高效运行区为从该点 (相位差为 0°) 分开 $\pm \delta$ (一定值) 的区域。

25

这里, 用与电力电压频率相应的 TDC 控制压缩机 240, 并且压缩机 240 运行时根据工作频率来控制 TDC。

如图 10 所示, 运行参照值确定单元 212 提高 TDC 参照值, 相位
30 差比较装置比较电流的相位与电力电压的相位。如果出现相位差曲线

的拐点, 将该点的 TDC 施加给运行参照值确定单元 212。然后, 运行参照值确定单元 212 将该 TDC 确定为 TDC 参照值, 并将其施加给控制装置 220, 并且通过这种控制方法压缩机 240 在该 TDC 处稳定运行, 如步骤 S1001~S1004 所示。

5

然而, 当由于环境改变出现压缩机 240 的负荷变化时, 压缩机 240 的机械共振频率因此增加/减小。然后, 相位差比较装置 260 通过施加给压缩机 240 的电压和电流之间的相位差来识别该负荷变化, 并根据该负荷变化向工作频率确定单元 271 施加一相位差值, 如步骤 S1005 所示。然后工作频率确定单元 271 通过相位差比较装置 260 来确定补偿的工作频率, 并将该补偿的工作频率施加给运行参照值确定单元 212。更详细地, 如图 5A 和图 5B 所示, 当相位差大于高效运行区的上限时, 工作频率增大, 当相位差小于高效运行区的上限时, 工作频率减小, 如步骤 S1006~S1008 所示。这里, 通过实验来检测用于实现高效运行的高效运行区, 并将其预先存储在存储单元 211 中。并且, 通过存储单元 211 把与变化的工作频率相应的频率确定为 TDC 参照值, 并该频率被施加给控制装置 220。然后, 控制装置 220 改变施加给压缩机 240 的输入频率, 根据 TDC 参照值改变输入电压, 因此压缩机 240 持续在高效运行区内运行, 如步骤 S1009 和 S1010 所示。

10
15
20

如上所述, 在本发明中, 利用活塞(压缩机)速度与电流之间的相位差, 恒定地控制速度, 以将压缩机的工作点放在高效运行区内, 并且按照负荷变化来改变工作频率, 因此能够提高压缩机的运行效率。

25

另外, 在本发明中, 利用电路电压与施加给压缩机的电流之间的相位差, TDC 被恒定地控制, 以将压缩机的工作点放在高效运行区内, 并且按照负荷变化来改变工作频率, 因此能够提高压缩机的运行效率。

30

因为本发明可以以多种形式实施，而不偏离其精神或关键特征，还应当理解上述实施例不会局限于前述说明中的任一细节中，除非另外说明，而是广义地构成在本发明的附属权利要求的范围和精神中，因而所有落入本发明权利要求范围内的变化和修改或与该范围等同的替换都将被本发明权利要求所涵盖。

5

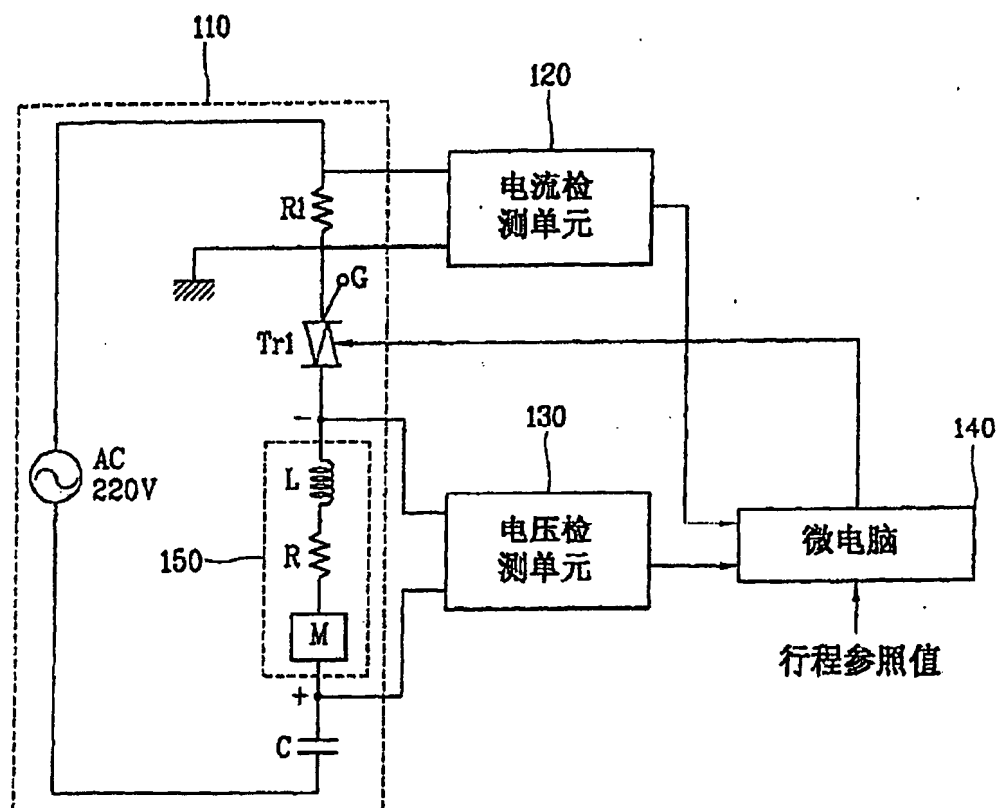


图1

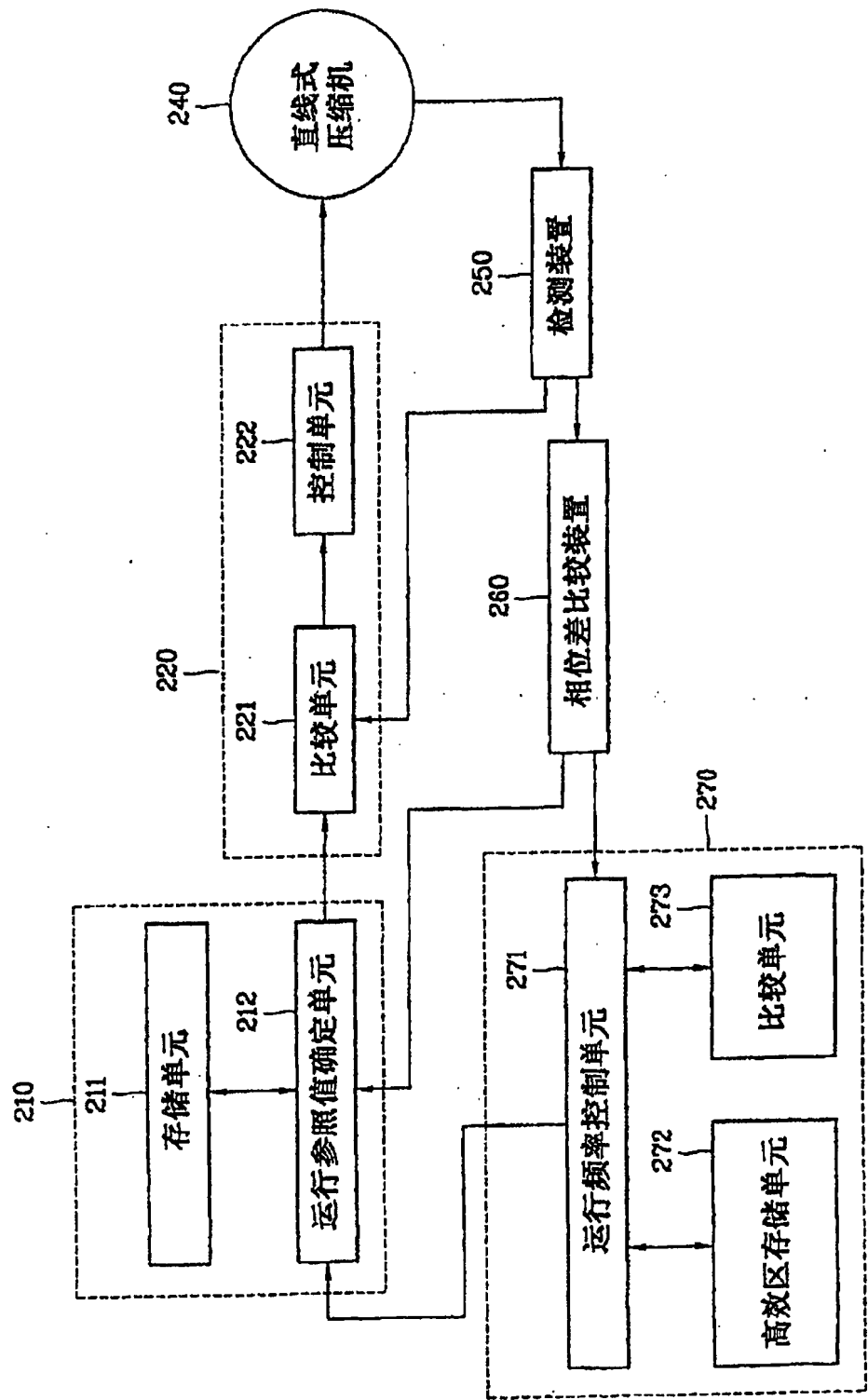


图2

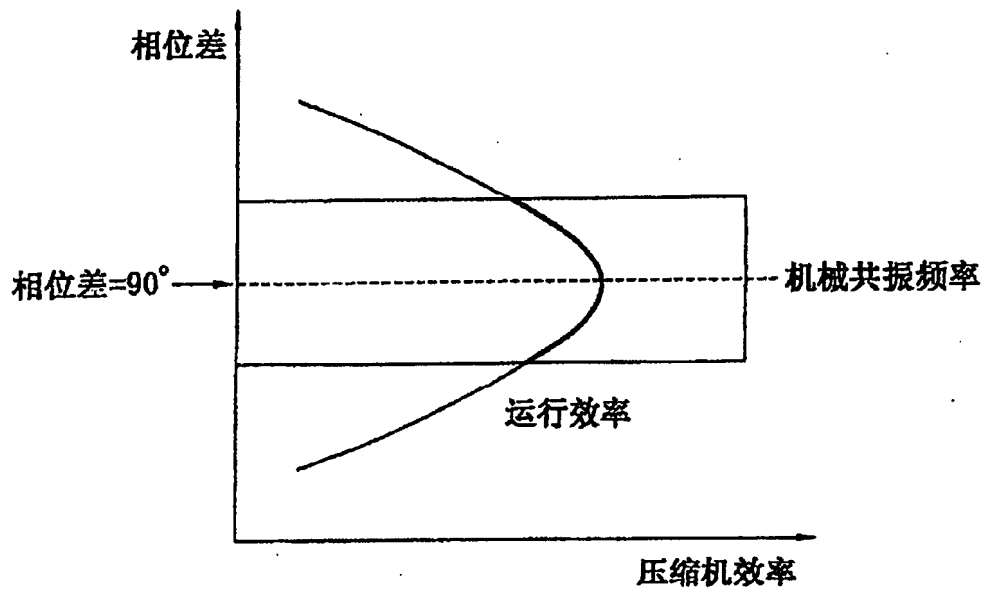


图3

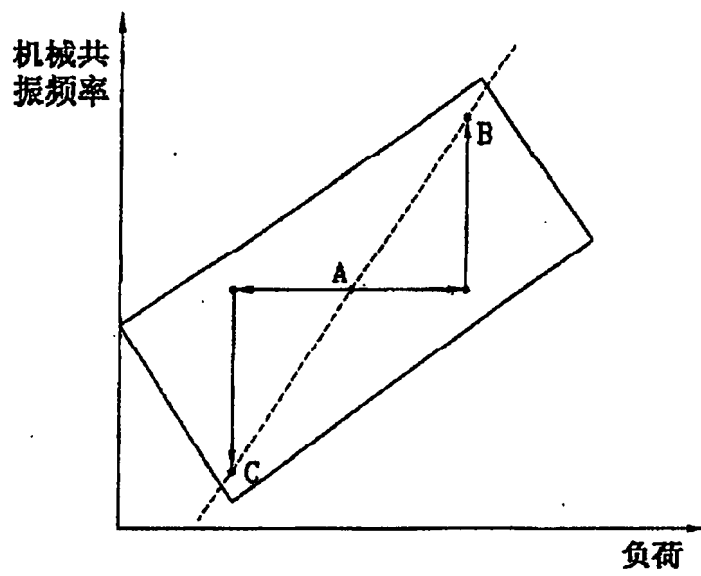


图4

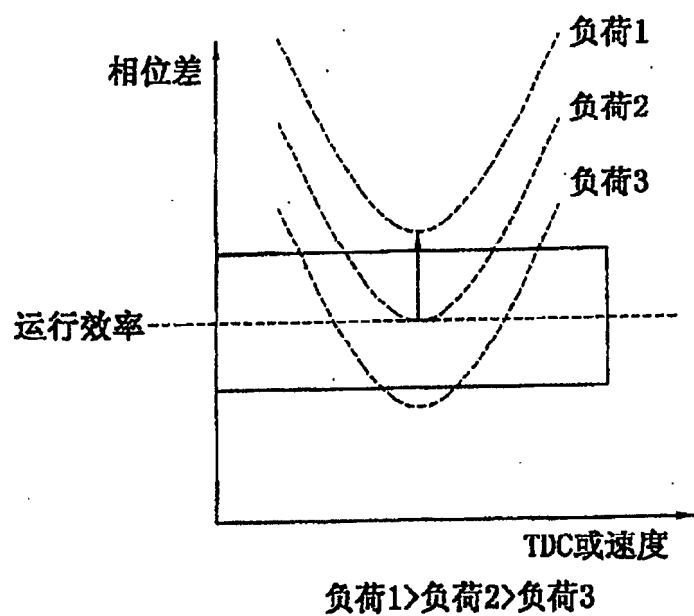


图5A

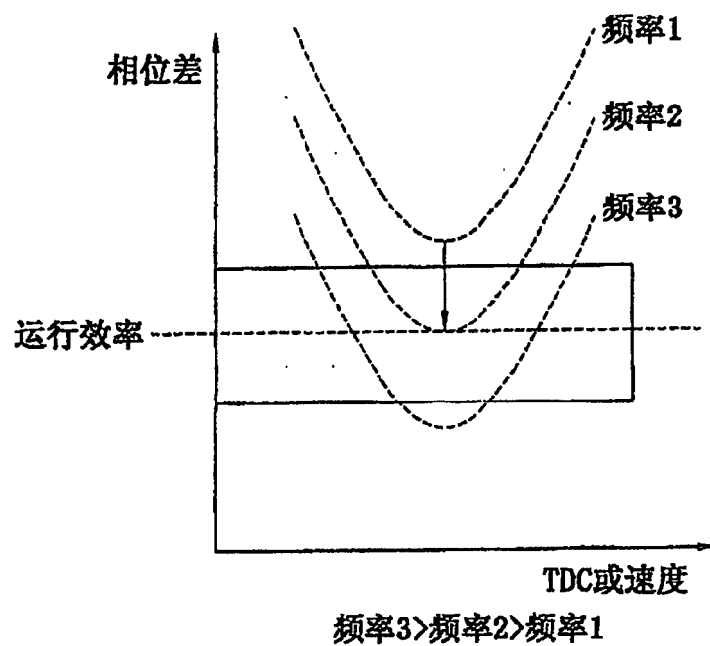


图5B

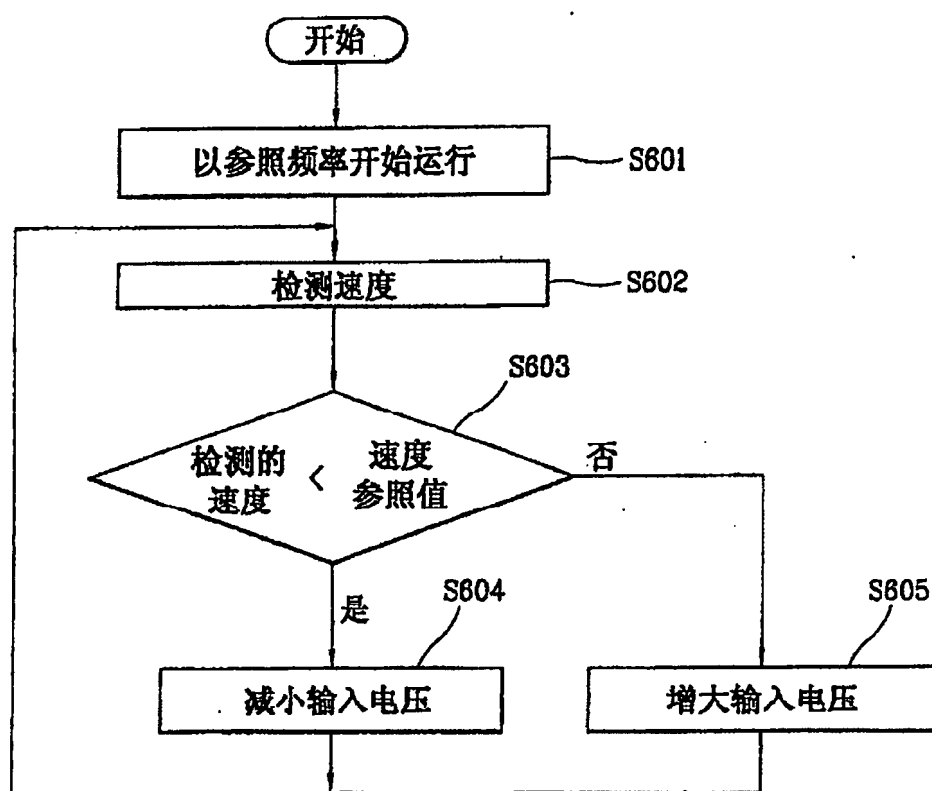


图6

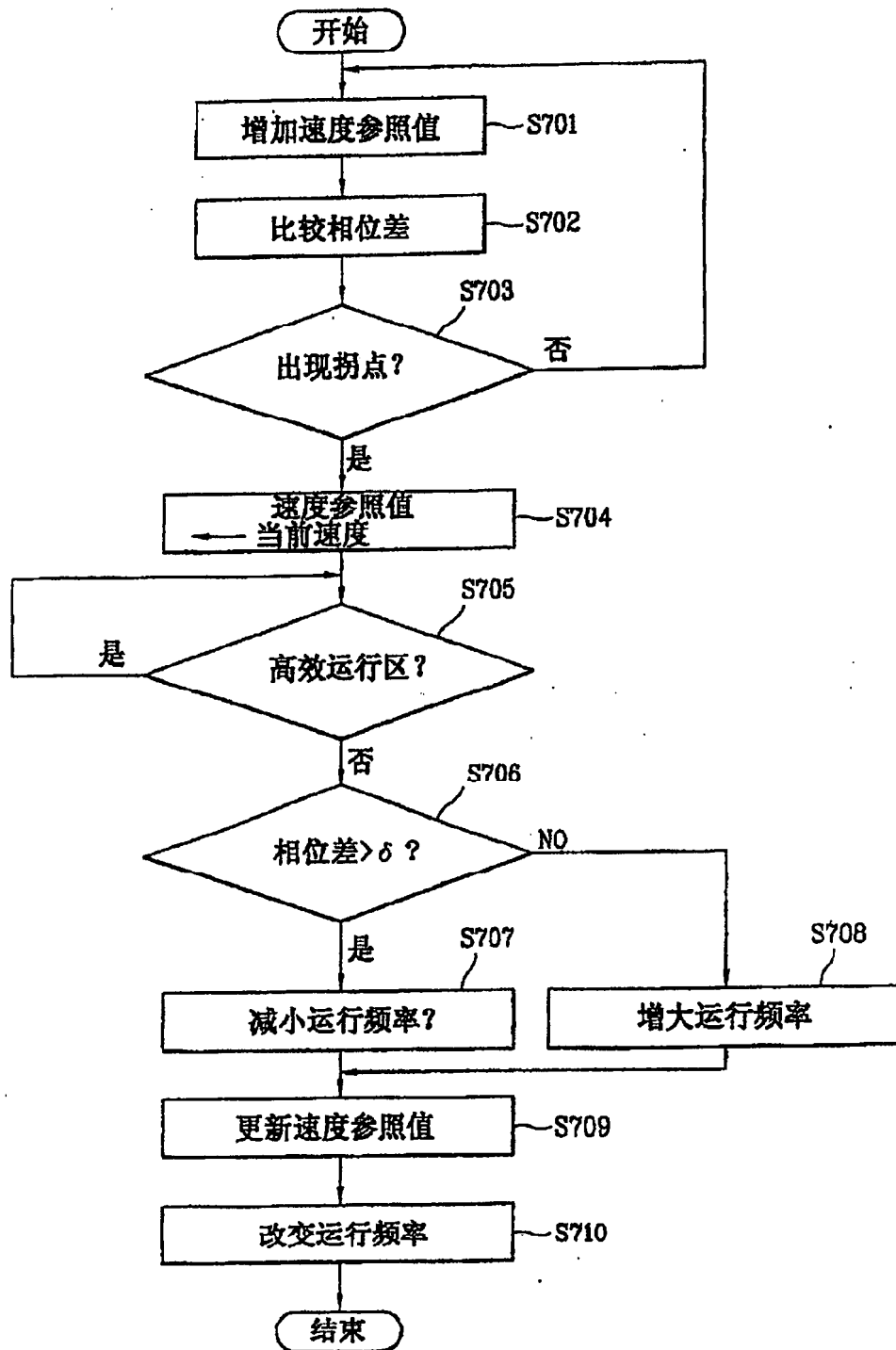


图7

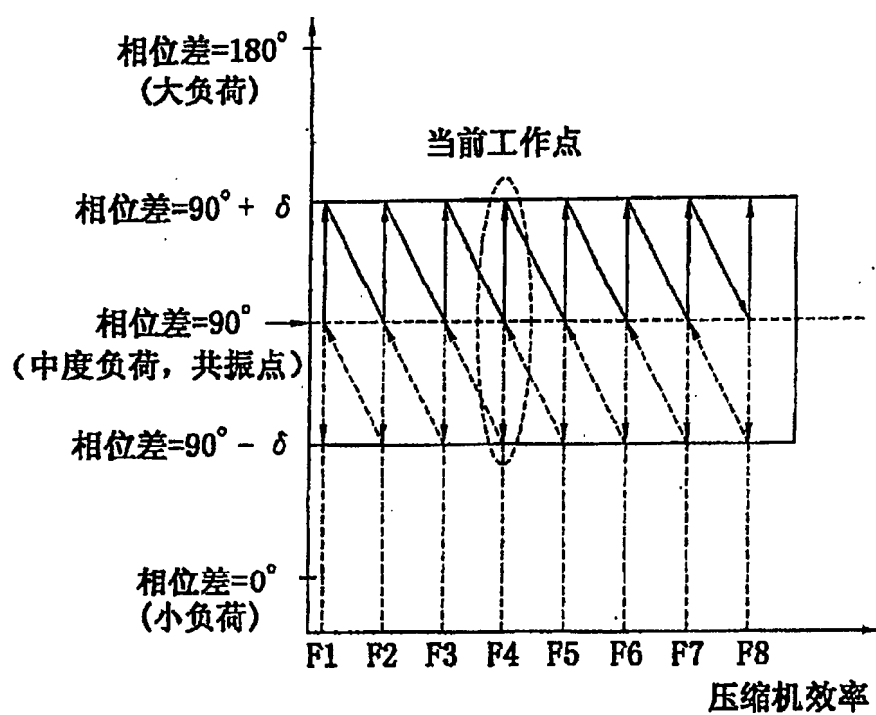


图8

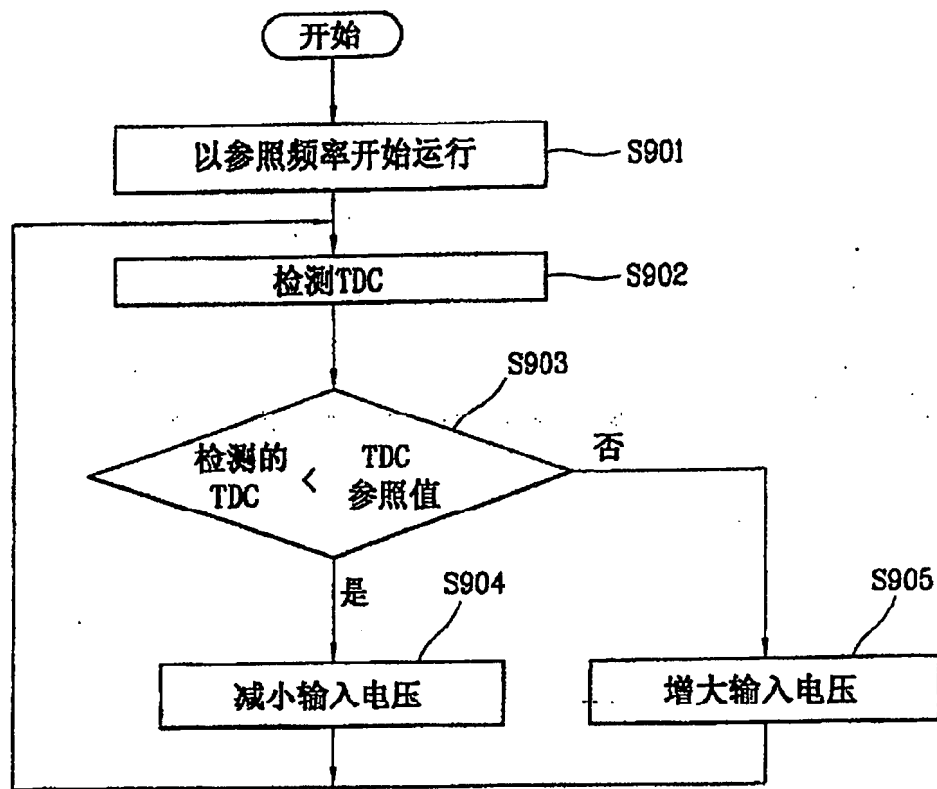


图9

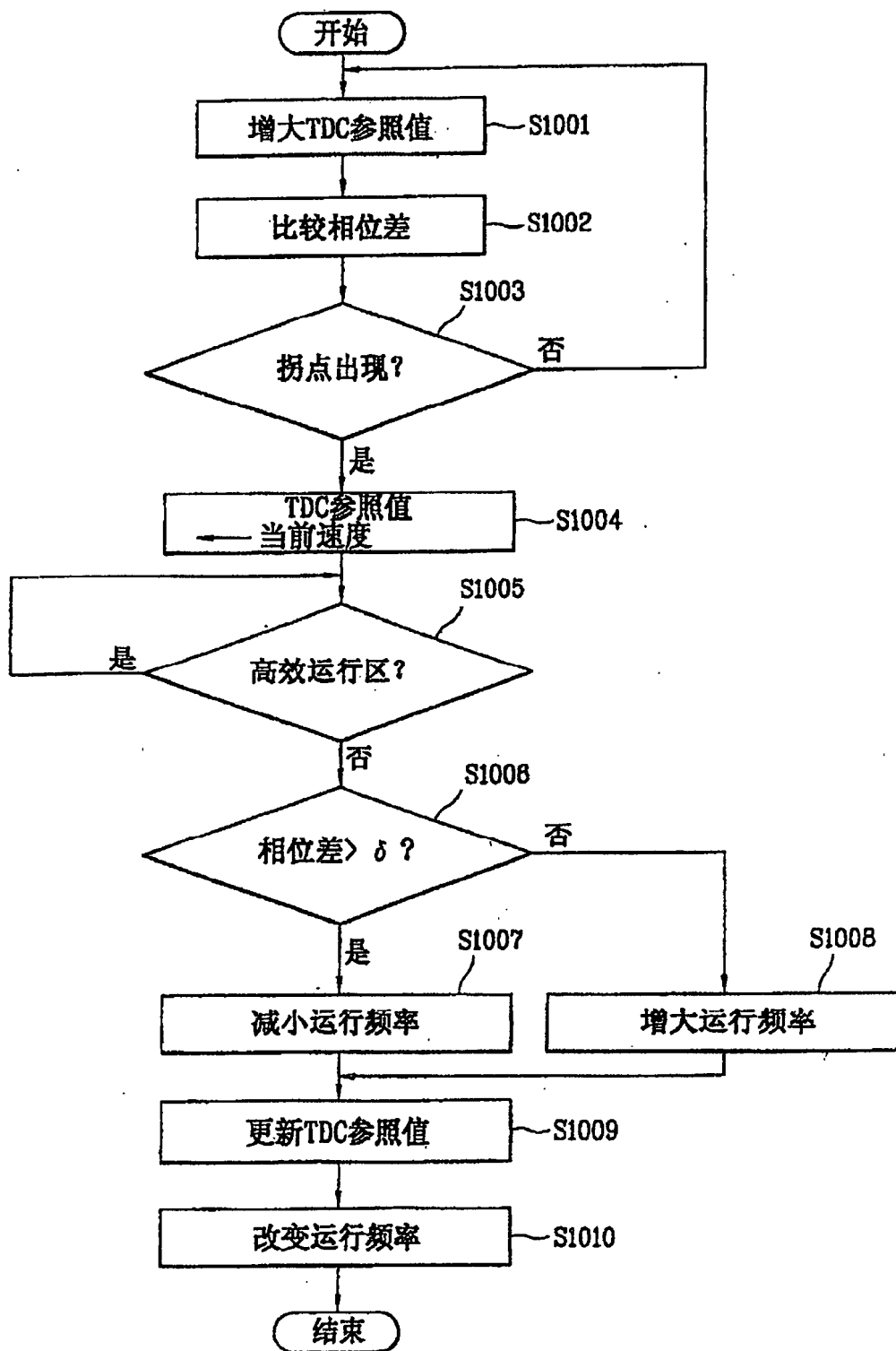


图10